

---

## **STUDI TINGGI MUKA AIR RENCANA DAN ELEVASI PUNCAK BREAKWATER DI PANTAI MARINA ANCOL JAKARTA**

**Dicky Harryando, Denny Nugroho, Hariadi**

Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698

Email : [dicky.bangun94@gmail.com](mailto:dicky.bangun94@gmail.com), [dennysugianto@yahoo.com](mailto:dennysugianto@yahoo.com), [hariadimpi@yahoo.com](mailto:hariadimpi@yahoo.com)

### **Abstrak**

Pantai Marina Ancol memiliki aktivitas pelayaran yang cukup padat, karena menjadi akses penyebrangan ke Kepulauan Seribu melalui Dermaga Pantai Marina. Dengan mempertimbangkan hal demikian Dermaga Marina Ancol membutuhkan dermaga yang lebih besar sebagai fasilitas transportasi. Untuk mendukung pembangunan di masa yang akan datang maka dibutuhkan bangunan pelindung pantai untuk mengurangi dampak langsung dari fenomena gelombang yang terjadi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tinggi muka air rencana dan elevasi puncak *breakwater* yang dapat menjadi pertimbangan dalam perancangan dan pembangunan *breakwater* di perairan Pantai Marina Ancol, Jakarta. Penelitian ini dilakukan pada 27 -30 April 2016 di perairan Pantai Marina Ancol, Jakarta. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Lokasi titik pengukuran gelombang berada pada kedalaman 5 meter dengan menggunakan alat ADCP selama 3 hari dengan interval pengukuran selama 60 menit. Analisis gelombang dilakukan dengan mencari nilai  $H_s$  dan  $T_s$  yang selanjutnya di verifikasi dengan data peramalan. Nilai  $H_s$  dan  $T_s$  digunakan untuk mencari nilai tinggi muka air rencana dan elevasi puncak *breakwater* dengan menggunakan *software Microsoft excel* dan *software SPSS*. Berdasarkan analisa yang dilakukan didapatkan nilai tinggi muka air rencana yang ideal sebesar 2,30 m - 2,55 m dan elevasi puncak *breakwater* sebesar 3,85m - 5,20m untuk struktur bangunan tetrapod dengan laju kenaikan muka air laut karena pemanasan global dianggap konstan sebesar 0,004m.

**Kata Kunci:** Tinggi Muka Air rencana, Elevasi Puncak, Breakwater, Gelombang, Pantai Marina Ancol

### **Abstract**

Marina Ancol waters has a fairly dense shipping activities, due to be access to the Kepulauan Seribu crossing through the Marina Ancol Pier. Considering that thing, Ancol Marina pier requires a larger pier as transport facilities. To supporting development in the future it is necessary to envelope breakwater to reduce the direct impact of wave phenomena. The purpose of this study was to determine the design water level and elevation peaks of breakwater which can be taken into consideration in the design and construction of breakwater in Marina Ancol Waters, Jakarta. This study was done on April 27th - 30th 2016 in the Marina Ancol Waters, Jakarta. The method used is quantitative method. Location point of wave located at a depth of 5 meters by using ADCP for 3 days with a measurement interval of 60 minutes. Wave analysis is done by finding the value of  $H_s$  and  $T_s$  were subsequently verified by the forecasting data. Value of  $H_s$  and  $T_s$  used to finding the value of the design water level and elevation peaks of breakwater by using microsoft excel program and SPSS program. According to the result during the study, design water level obtained ideal value is 2,30 m - 2,55 m and 4,79m and elevation of breakwater is 5,20 m for tetrapod structures with the rate of sea level rise due to global warming are considered constant at 0,004m

**Keywords:** Design water level, Waves, Sea Level Rise, Marina Ancol Waters, Elevation of Brekwater

## **PENDAHULUAN**

Perairan Teluk Jakarta terletak antara 05°48'30" LS hingga 06°10'30" LS dan antara 106°33' hingga 107°03' BT memiliki luas mencapai sekitar 514 km<sup>2</sup>. Perairan Teluk Jakarta menjadi pusat diberbagai bidang, antara lain perdagangan, pelayaran dan pemanfaatan sebagai lokasi wisata dan pusat rekreasi seperti Pantai Marina Ancol. Pantai Marina Ancol merupakan pantai yang dikelola dibawah pengembangan PT. Pembangunan Jaya Ancol yang secara administratif termasuk dalam wilayah Jakarta Utara, Provinsi DKI Jakarta. Pantai Marina termasuk dalam wilayah perairan Teluk Jakarta yang berhubungan langsung dengan Laut Jawa yang berada di wilayah bagian barat Indonesia dan menjadi salah satu pantai wisata yang ada di ibukota. Keberadaan Pantai Marina menjadi salah satu daya tarik di sektor pariwisata khususnya sebagai dermaga penyeberangan untuk kapal-kapal wisata yang akan ke Kepulauan Seribu (Bappeda DKI, 2013).

PT. Pembangunan Jaya Ancol pada tahun 2009 merencanakan proyek pengembangan wilayah di Pantai Marina Ancol untuk memperluas wilayah bisnis dan properti. Adanya reklamasi disekitar area teluk Jakarta memungkinkan terjadinya perubahan fenomena-fenomena oseanografi di Pantai Marina Jakarta. Kawasan Pantai Marina Ancol akan rentan terhadap terjadinya fenomena oseanografi seperti gelombang, arus dan pasang surut. PT. Pembangunan Jaya Ancol telah merancang bangunan pelindung pantai di sekitaran pantai marina seperti offshore breakwater, revetment maupun seawall. Kajian mengenai kenaikan muka air laut diperlukan untuk menganalisa peningkatan tinggi muka air laut tiap tahunnya serta pengaruhnya terhadap bangunan pantai seperti breakwater yang ada di Pantai Marina (Triadmodjo, 1999).

Analisa kenaikan muka air laut diperlukan untuk pengembangan dari breakwater tersebut. Untuk dapat menahan dampaknya tinggi breakwater harus terus di sesuaikan dengan pertambahan tinggi muka air laut karena gelombang (wave set up), kenaikan muka air laut akibat pemanasan global ( sea level rise ), dan kenaikan muka air laut karena pasang surut. Tinggi muka air rencana dan elevasi puncak menjadi faktor penting yang harus diperhitungkan dalam menentukan elevasi breakwater ( Triadmodjo, 2011).

## **MATERI DAN METODE**

### **Materi Penelitian**

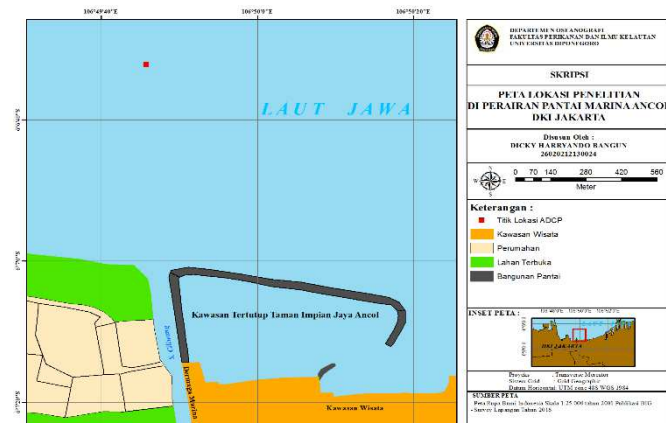
Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer yaitu data pengukuran gelombang lapangan di Pantai Marina Ancol Jakarta. Data sekunder peta batimetri Teluk Jakarta publikasi dari DISHIDROS TNI – AL tahun 2014 skala 1 : 50.000, data angin *Ogimets* selama 10 tahun (Januari 2006- April 2016), dan data pasang surut bulan April 2016 stasiun pasang surut Sunda Kelapa dari Badan Informasi Geospasial (BIG)

### **Metode Penelitian**

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yang berupa angka-angka dan analisis data menggunakan statistik (Sugiyono, 2009). Data angin yang didapat diolah dan diramalkan menjadi data gelombang dengan metode dalam ( Sugianto, 2014) sehingga mendapatkan hasil tinggi dan periode gelombang signifikan. Data tinggi dan periode tersebut kemudian digunakan dalam menentukan tinggi muka air rencana dan elevasi puncak breakwater.

### **Metode Penentuan Lokasi**

Penentuan titik sampel di Pantai Marina Ancol menggunakan metode *Area Sampling (Cluster Sampling)* dalam penentuan lokasi pengukuran gelombangnya, metode ini digunakan bila lokasi pengukuran yang diamati sangat luas. Lokasi stasiun pengukuran data gelombang tersebut ditentukan dengan pertimbangan bebas halangan, sehingga gelombang yang terbentuk tidak terhalang hambatan sehingga dapat mewakili pergerakan gelombang di Pantai Marina Ancol, Jakarta (Sugiyono, 2009).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### Metode Pengambilan Data

Data Gelombang diperoleh dengan menggunakan alat ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) Nortek bertipe AWAC (Acoustic Wave and Current). Prinsip kerja alat ini harus di tempatkan secara statis di dalam kolom perairan. Pengukuran gelombang dilakukan selama 3 x 24 jam dengan interval 60 menit. Lokasi pengukuran di koordinat  $106^{\circ}49'45,53''$  BT  $6^{\circ}6'32,24''$  LS dan berada sejauh  $\pm 1$  km dari garis pantai, yang diletakkan pada kedalaman 5 meter karena kondisi pantai yang dangkal dan landai.

Pengambilan data angin secara tidak langsung yaitu menggunakan data dari website *Ogimet* ([www.ogimet.com](http://www.ogimet.com)) dengan memasukkan kode Stasiun Meteorologi Semarang – Ahmad Yani, yakni 96839. Data angin yang diperlukan adalah data angin per 3 jam selama 10 tahun periode tahun (2006-2016). Data tersebut cukup representatif untuk memnginterpretasikan kondisi spektrum gelombang yang ada di perairan.

### Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data angin yang digunakan adalah bulan Januari 2006 hingga April 2016 yang diperoleh dari *Ogimet* diolah untuk peramalan gelombang yang dimaksudkan untuk mengetahui kondisi gelombang yang dominan pada daerah penelitian.

Data gelombang yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan penentuan tinggi gelombang representatif ( $H_s$ ) dan periode gelombang represntatif ( $T_s$ ) sebagai berikut (Sugianto, 2014):

$$H_s = 0,0016U^2 + 0,0406U \quad (1)$$

$$T_s = 0,15U + 2,892 \quad (2)$$

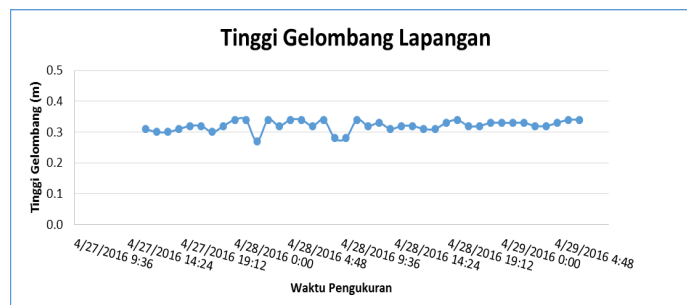
keterangan:

$H_s$  : tinggi gelombang signifikan (m)  
 $T_s$  : periode gelombang signifikan (m)  
 $U$  : kecepatan angin dalam satuan knot

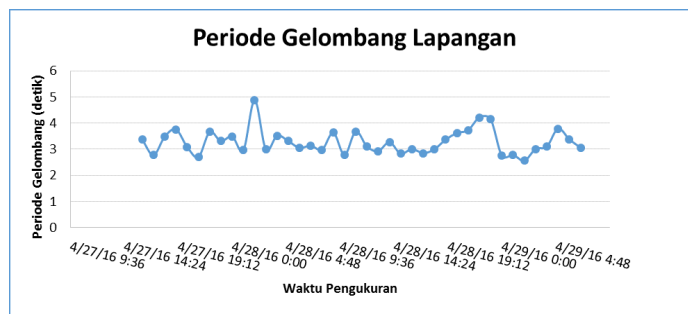
## HASIL

### Gelombang Lapangan

Hasil pengukuran gelombang di Perairan Pantai Marina Ancol Teluk Jakarta yang dilakukan pada tanggal 27 April hingga 30 April 2016 dengan kedalaman 5 meter diinterpretasikan pada Gambar 2 dan 3, serta Tabel 1.



Gambar 2. Grafik Tinggi Gelombang Lapangan



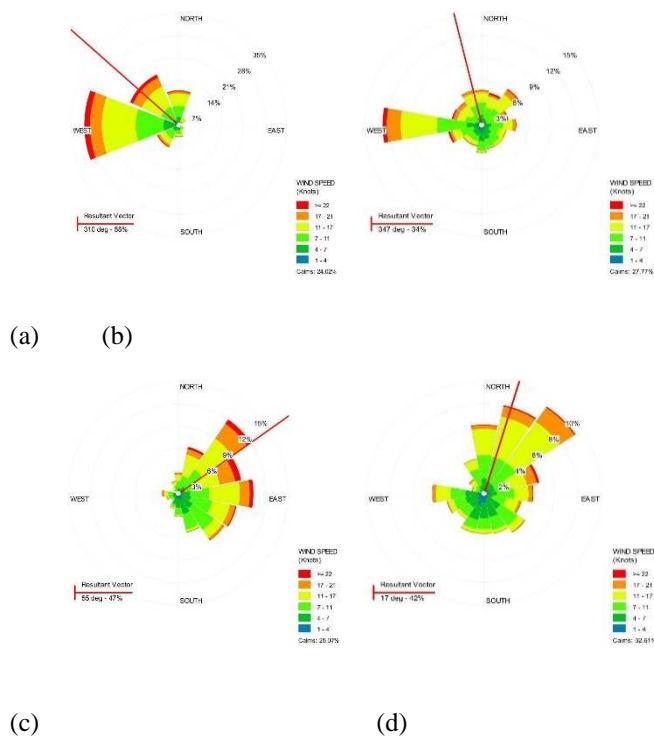
Gambar 3. Grafik Periode Gelombang Lapangan

Tanggal	Hmax (m)	Hs (m)	Hmin (m)	Tmax (s)	Ts (s)	Tmin (s)
27 April – 30 April 2016	0.35	0.33	0,27	4.88	3.23	2.18

Tabel 1. Hasil Tinggi dan Periode Gelombang Pengukuran Lapangan

### Konversi Data Angin

Pada penelitian kali ini, data angin yang digunakan selama 10 tahun yaitu dari Januari 2006 – April 2016, diperoleh dari *website Ogimet*. Mawar angin pun didapatkan berdasarkan pengelompokkan secara musiman, diantaranya; musim barat, musim peralihan I, musim timur dan musim peralihan II. Pada musim barat angin dominan berasal dari arah barat laut, musim peralihan I dan peralihan II angin dominan berasal dari arah utara, sementara pada musim peralihan II arah angin dominan berasal dari timur. Mawar angin pada masing-masing musim dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mawar Angin

- (a) Musim Barat Tahun 2006 – 2016 dari arah Barat
- (b) Musim Peralihan I Tahun 2006 – 2016 dari arah Barat
- (c) Musim Timur Tahun 2006 – 2016 dari arah Timur Laut
- (d) Musim Peralihan II Tahun 2006 – 2016 dari arah Timur Laut

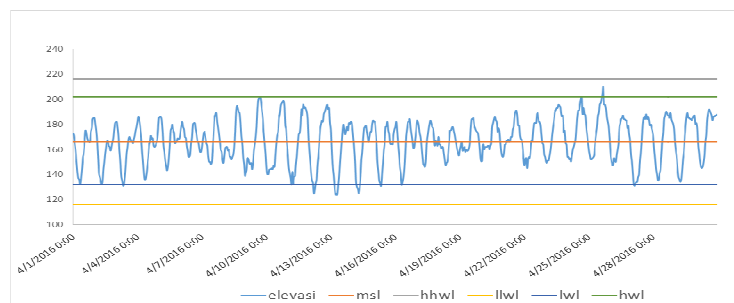
Data angin tersebut dikonversi menjadi data tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T), selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai tinggi dan gelombang representatif yang dikelompokkan berdasarkan pembagian musim, yaitu musim barat, musim peralihan I, musim timur dan peralihan II yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Musim	Hmax (m)	Hs (m)	Hmin (m)	Tmax (s)	Ts (s)	Tmin (s)
Barat	1.89	0.30	0.04	6.49	3.37	3.04
Peralihan I	1.78	0.26	0.04	6.34	3.68	3.04
Timur	0.72	0.27	0.04	4.69	3.70	3.04
Peralihan II	0.80	0.25	0.04	4.88	3.64	3.04

Tabel 2. Hasil Pengolahan Angin Tinggi dan Periode Gelombang per Musim

### Analisa Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut Sunda Kelapa Jakarta bulan April 2016 dengan menggunakan metode Admiralty 29 piatan menghasilkan nilai Formzhal sebesar 3,12 dengan perhitungan yang disajikan pada Lampiran 6. Berdasarkan pengklasifikasian pasang surut oleh Poerbandono dan Djunarsjah, (2005) pada Tabel 3, Nilai Formzhal 3.12 memiliki arti bahwa tipe pasang surut di Pantai Marina Ancol adalah tipe pasang surut harian tunggal. Nilai elevasi pasang tertinggi (HHWL), kemudian akan digunakan sebagai perhitungan tinggi muka air rencana. Hasil pengolahan pasang surut didapatkan elevasi muka air yang disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Elevasi Muka Air Laut

No.	PasangSurut	Nilai (m)
1.	HHWL(Highest HighWater Level)	2,16
2.	MSL(Mean Sea Level)	1,66
3.	HWL (HighestWater Level)	202
4.	LWL (LowestWater Level)	132
5.	Z0	1,52
6.	LLWL(Lowest LowWater Level)	1,16

Tabel 3. Nilai Elevasi Muka Air Laut

### Tinggi Muka Air Rencana

Hasil tinggi muka air rencana (Design Water Level) diperoleh dari penjumlahan dari HHWL (Highest High Water Level), perubahan muka air akibat gelombang (Sw, wave set-up) dan perubahan muka air akibat pemanasan global (SLR, Sea Level Rise). Tabel 4 menyajikan hasil tinggi muka air rencana (Design Water Level) pada tiap musim di Pantai Marina Ancol, Jakarta.

No.	Musim	Sw (m)	DWL(m)
1.	Barat	0,37	2,55
2.	Peralihan I	0,34	2,51
3.	Timur	0,13	2,30
4.	Peralihan II	0,15	2,33

Tabel 4. Nilai Elevasi Muka Air Rencana

### Elevasi Puncak Breakwater

Hasil elevasi puncak breakwater diperoleh dari perhitungan penjumlahan dari tinggi muka air rencana (*Design Water Level*), *run-up* gelombang dan tinggi kebebasan (Triatmodjo, 1999). Tabel 5 menyajikan hasil elevasi puncak breakwater pada tiap musim yang dapat digunakan sebagai acuan untuk membangun dan merenovasi breakwater di Pantai Marina Ancol, Jakarta

Musim	Ru tetrapod	Elevasi puncak
Musim Barat	2,15	5,20
Peralihan 1	2,14	5,16
Musim Timur	1,02	3,83
Peralihan 2	1,02	3,85

Tabel 5. Nilai Elevasi Puncak Breakwater

### PEMBAHASAN

Hasil pengukuran gelombang selama 3 hari yaitu pada tanggal 27-30 April 2016 di Pantai Marina Ancol, diperoleh tinggi gelombang (H) berkisar antara 0,27 - 0,35 meter (Tabel 6), sedangkan untuk periode gelombang berkisar antara 2,18 - 4,88 detik (Tabel 7). Tinggi gelombang maksimum yang terjadi sebesar 0,35 meter dan periode gelombang maksimum sebesar 4,88 detik. Tinggi gelombang yang paling sering terjadi adalah sebesar 0,34 m

Menurut teori yang dituangkan oleh Sorensen (2006), gelombang di Pantai Marina Ancol Jakarta merupakan gelombang yang dibangkitkan oleh angin karena memiliki range periode gelombang berkisar antara 1 sampai 30 detik. Berdasarkan kedalaman relatif ( $d/L$ ) maka diperoleh klasifikasi gelombang di Pantai Marina Ancol Jakarta adalah gelombang laut transisi karena nilai ( $d/L$ ) yang diperoleh sebesar 0,17035 ( $0,05 \leq d/L \leq 0,5$ ) (Triatmodjo, 1996). Perhitungan kedalaman relatif disajikan pada Lampiran 2.

Hasil peramalan tinggi gelombang dari data angin periode ulang 10 tahun (2006 – 2016) mencakup seluruh musim dan gelombang tertinggi di Perairan Pantai Marina Ancol Jakarta terjadi pada musim barat. Hasil peramalan gelombang dari data angin 10 tahun diperoleh bahwa tinggi gelombang (H) berkisar antara 0,042 sampai dengan 1,896 meter dengan periode gelombang (T) berkisar antara 3,042 sampai dengan 6,492 detik, dimana tinggi gelombang (H) tertinggi terjadi pada musim barat (Desember – Januari – Februari) yaitu sebesar 1,89 meter dengan periode 6,49 detik. Tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) yang terjadi pada musim barat jauh lebih besar dari pada musim peralihan 2 dan musim timur. Hal tersebut diakibatkan oleh lokasi penelitian yang memiliki topografi teluk sehingga durasi dan kecepatan angin kuat dari arah barat laut.

Tinggi muka air rencana merupakan penjumlahan dari berbagai parameter yang sangat penting bagi perencanaan bangunan pantai seperti pasang surut, kenaikan muka air akibat gelombang (wave set-up) dan kenaikan muka air laut yang selalu bertambah tiap tahun akibat pemanasan global (Triatmodjo, 1999). Besarnya kemungkinan cuaca ekstrim dengan kejadian air pasang dan gelombang badai di waktu yang bersamaan, merupakan penyebab kerusakan dan miringnya breakwater di Pantai Marina Ancol Jakarta.

Peran pasang surut dalam penentuan tinggi muka air rencana adalah sebagai referensi muka air laut saat terjadi gelombang badai. Pasang surut sebagai fenomena fluktuasi muka air laut oleh efek gaya gravitasi bulan, matahari dan rotasi bumi, mempengaruhi tinggi gelombang yang terjadi di lokasi bangunan. Pada waktu air pasang dimana kedalaman air di lokasi bangunan semakin besar, gelombang yang terjadi semakin tinggi, sedangkan waktu surut gelombang akan kecil. Berdasarkan klasifikasi

Poerbandono dan Djunarsjah (2005), hasil pengolahan pasang surut Pantai Marina Ancol menggunakan metode admiralty 29 piantan, diketahui bahwa tipe pasang surut Pantai Marina Ancol adalah pasang surut harian tunggal dengan nilai Formzahl sebesar 3,12 ( $N_f > 3$ ). Hasil tipe pasang surut tersebut sesuai dengan peta jenis pasang surut perairan ASEAN oleh Wyrski (1961) dalam Ongkosongo dan Suyarso (1989), yang menyatakan bahwa perairan Utara Jawa adalah tipe pasang surut harian tunggal. Menurut Triatmodjo (1999), pasang surut harian tunggal adalah dalam satu hari terjadi sekali air pasang dan sekali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Berdasarkan besarnya peran pasang surut di Pantai Marina Ancol dan pentingnya perencanaan bangunan pantai, maka referensi muka air laut yang ditetapkan dalam penelitian tinggi muka air rencana guna renovasi breakwater di Pantai Marina Ancol Jakarta adalah muka air tertinggi pada saat pasang purnama atau bulan mati (HHWL), dengan nilai muka air surut terendah (LLWL) sebagai titik nol meter. Nilai HHWL yang diperoleh dari pengolahan data pasang surut metode Admiralty 29 piantan adalah sebesar 2,16 meter. Nilai HHWL, MSL, Zo dan LLWL berturut-turut dalam satuan meter adalah 2,16; 1,66; 1,52; dan 1,16.

Gelombang berperan penting untuk penentuan tinggi muka air rencana, karena adanya fenomena perubahan konversi energi kinetik dari pergerakan gelombang laut dalam menjadi energi potensial ketika menuju pantai, karena efek pendangkalan dasar laut (shoaling). Fenomena tersebut mengakibatkan fluktuasi muka air laut yang disebut sebagai wave set-up (CERC, 1984). Nilai wave set-up di Pantai Marina Ancol adalah 0,15 - 0,37 meter. Nilai prediksi kenaikan muka air akibat pemanasan global dianggap konstan yaitu sebesar 8 mm/tahun. Penjumlahan nilai HHWL, wave set-up dan kenaikan muka air laut akibat pemanasan global diperoleh tinggi muka air rencana yang dapat digunakan sebagai acuan desain muka air rencana di Pantai Marina Ancol yaitu sebesar 2,55 meter di atas muka air laut surut rendah terendah.

Elevasi puncak breakwater ditentukan oleh tinggi muka air rencana (Design Water Level), tinggi run up gelombang dan tinggi kebebasan sebesar 0,5 meter (Triatmodjo, 1999). Tinggi run up gelombang dihitung menggunakan metode grafik Iribarren sehingga tinggi run up gelombang yang didapat adalah 1,02 - 2,15 meter. Bangunan pantai ideal adalah bangunan pantai yang memiliki elevasi puncak lebih tinggi daripada nilai run up gelombang dan tinggi muka air rencana (CERC, 1984).

Elevasi puncak breakwater tertinggi yang telah dibangun di Pantai Marina Ancol Jakarta yaitu 5,48 meter di atas muka air laut. Hasil perhitungan elevasi puncak breakwater menunjukkan bahwa tinggi elevasi puncak bangunan yang ideal adalah 3,85 - 5,20 meter untuk struktur bangunan tetrapod. Perhitungan elevasi puncak tersebut dapat digunakan sebagai acuan dasar perenovasian atau perencanaan pembangunan breakwater di Pantai Marina Ancol Jakarta.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Perairan Pantai Marina Ancol dapat disimpulkan tinggi muka air rencana (Design Water Level) untuk breakwater di Pantai Marina Ancol adalah 2,55 meter dari muka air laut surut rendah terendah (LLWL). Elevasi puncak breakwater yang ideal untuk breakwater di Pantai Marina Ancol adalah 5,20 meter dari muka air laut tinggi tertinggi (HHWL). Breakwater di Pantai Marina Ancol masih dikategorikan aman karena elevasi breakwater lebih besar dari elevasi puncak sehingga tidak memungkinkan untuk terjadinya *overtopping*.

## DAFTAR PUSTAKA

- CERC. 1984, Shore Protection Manual Volume 1. Department Of The Army Corps Of Engineers, Washington USA.
- CERC. 1984, Shore Protection Manual Volume 2. Department Of The Army Corps Of Engineers, Washington USA.
- Ongkosongo, O. S. R. dan Suyarso. 1989. Pasang Surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Poerbondono dan Djunarsjah. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung.
- Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R dan D. Alfabeta, Bandung.
- Sugianto, D. N. 2014. Model Distribusi Kecepatan Angin Dan Pemanfaatannya Dalam Peramalan Gelombang Di Laut Jawa. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Triatmodjo, B. 1996. Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo, B . 2011. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.

Wyrski, K. 1961. Scientific Results of Marine Investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand. Naga Report. The University of California, 2.

www. Bappedajakarta. Go. Id diakses pada tanggal 25 Agustus 2016 Pukul 16:37.